

DEUTSCHES REICH



AUSGEGEBEN AM  
2. NOVEMBER 1926

REICHSPATENTAMT  
**PATENTSCHRIFT**

— № 433421 —

KLASSE 21c GRUPPE 8  
(S 69550 VIII/21c<sup>1</sup>)

Firma Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Berlin-Siemensstadt.

Verfahren zur elektrischen Heizung von Freileitungen und deren stromdurchflossenen Hilfs-  
einrichtungen zur Verhinderung bzw. Beseitigung von Schnee, Rauhref- oder Eisbildung.

BEST AVAILABLE COPY

Firma Siemens-Schuckertwerke G. m. b. H. in Berlin-Siemensstadt\*).

Verfahren zur elektrischen Heizung von Freileitungen und deren stromdurchflossenen Hilfseinrichtungen zur Verhinderung bzw. Beseitigung von Schnee, Rauhref- oder Eisbildung.

Zusatz zum Patent 431481.

Patentiert im Deutschen Reiche vom 5. April 1925 ab.

Das Hauptpatent hat angefangen am 11. Februar 1925.

Im Patent 431481 ist ein Verfahren zur elektrischen Heizung von Freileitungen beschrieben, das die Beseitigung von Schnee, Eis oder Rauhref auf den Leitungsanlagen bezweckt. Hierbei erhalten die parallel geschalteten Leitungen jeder Phase eine Spannung aufgedrückt, so daß in diesen Leitern außer dem Arbeitsstrom noch ein zusätzlicher Ausgleichstrom fließen kann, der zur Erwärmung der Leitungen beiträgt.

Wie sich leicht zeigen läßt, muß die zusätzliche Heizenergie von sehr beträchtlicher Größe sein, wenn die beabsichtigte Wirkung erzielt werden soll. Es ist daher ein wirtschaftliches Erfordernis, daß zur Heizung der Leitung nur so viel Strom aufgewendet wird, als es zur wirksamen Beseitigung der Eislast gerade erforderlich ist. Dies führt zur Bedingung, daß die Leitungen einer Phase gleichmäßig erwärmt werden müssen.

Erfindungsgemäß wird daher die Phase des Heizstromes so eingestellt, daß die geometrische Summe aus Heiz- und Arbeitsstrom in jeder Leitung der Phase die gleiche ist. Nach der Erfindung kann dies in einfacher Weise dadurch geschehen, daß man die Heiztransformatoren oder ihnen vorgeschaltete Transformatoren als Drehtransformatoren ausführt.

An Hand der Abb. 1 und 2 sei die Durchführung dieses Verfahrens näher erläutert.

Die Abb. 1 und 2 sind Stromdiagramme für den Fall, daß die Arbeitsströme  $J_1$  und  $J_2$  in einer Doppelleitung je Phase die gleiche Größe und die gleiche Phase besitzen. Der zusätzliche Heizstrom, der die beiden Leitungen in entgegengesetzter Richtung durchfließt, ist mit  $i$  bezeichnet. Abb. 1 zeigt eine Phasenlage des Heizstromes  $i$ , wie sie sich

etwa bei Verwendung gewöhnlicher Transformatoren als Heizstromquelle einstellen würde und die zu verschiedener Größe der resultierenden Ströme  $J_{r1}$  und  $J_{r2}$  in beiden Leitungen führt. Wie nämlich aus der Geometrie der Abbildung hervorgeht, müssen die Vektoren des Stromes  $i$  senkrecht auf den Vektoren der Arbeitsströme stehen, wenn die resultierenden Ströme  $J_{r1}$  und  $J_{r2}$  in beiden Leitungen die gleiche Größe haben sollen; in Abb. 2 ist die richtige Lage des Heizstromvektors  $i$  dargestellt, die dieser Bedingung genügt, und wie sie nach der Erfindung mit Hilfe von Drehtransformatoren leicht eingestellt werden kann.

Wenn die erforderlichen Heizleistungen eine gewisse Größe übersteigen, wird es nicht immer möglich sein, lediglich Drehtransformatoren als Heizstromquelle zu verwenden. In solchen Fällen kann man feste Transformatoren anordnen, deren Wicklungen so verschachtelt sind, daß der Heizstrom gegen die Primärspannung ein für allemal eine bestimmte Phasenlage besitzt, die der mittleren im Betriebe vorkommenden Phasenlage der Arbeitsströme entspricht. Besonders zweckmäßig ist es, einen festen Transformator, dessen Wicklungen in der angegebenen Weise verschachtelt sind, mit einem kleineren spannungsregulierenden Drehtransformator hintereinanderschalten, welcher die Phasenlage des Heizstromes  $i$  in engeren Grenzen einzustellen gestattet, wodurch in den meisten Fällen eine hinreichende Gleichheit der resultierenden Ströme in den parallel geschalteten Leitungen erreicht werden kann.

Erfindungsgemäß kann man die Heiztransformatoren gleichzeitig dazu verwenden, um die Kurzschlußströme in den Leitungen her-

\* Von dem Patentsucher ist als der Erfinder angegeben worden:

Dr.-Ing. und Dr.-Ing. e. h. Reinhold Rüdenberg, Berlin-Grunewald.

BEST AVAILABLE COPY

abzusetzen und eine kurzgeschlossene Leitung von den übrigen parallel geschalteten Leitungen zu trennen. Zu diesem Zwecke kann man die Sekundärwicklungen der Transformatoren in die Sammelschiene der Station entweder auf beiden Seiten der Fernleitung oder nur auf einer Seite zwischen die parallelen Leitungszweige schalten. Die Heiztransformatoren wirken dann mit ihrer Streuung als Drosselspulen zwischen den Leitungen.

Abb. 3 zeigt das Schaltbild einer Anordnung nach der Erfindung, beispielsweise für eine Doppelleitung je Phase. Die beiden Leitungen 1 und 2 liegen an der gemeinsamen Sammelschiene 3 der Generatoren 4, welche die Arbeitsströme  $J_1$  und  $J_2$  liefern. Zwischen den beiden Leitungen liegt der Heiztransformator 5, und zwar in den Sammelschienen 3 der Zentrale. Die Generatoren 4 für die Arbeitsströme sind zweckmäßig zu beiden Seiten des Heiztransformators 5 angeordnet, wodurch vermieden wird, daß der Arbeitsstrom für die eine Leitung seinen Weg über die Drossel nehmen muß und somit eine Phasenverschiebung gegenüber dem anderen Arbeitsstrom erleidet. An der Sammelschiene 6 am anderen Ende der Leitung liegt zwischen den beiden Leitungen 1 und 2 ein zweiter Heiztransformator 7, der einerseits die Wirkung des Transformators 5 unterstützt, so daß für diesen eine kleinere Einheit gewählt werden kann, und der andererseits als Drossel für etwaige Kurzschlußströme wirkt, die in bzw. hinter den Sammelschienen 6 auftreten.

Bei dieser Anordnung kann es leicht vorkommen, daß die Arbeitsströme  $J_1$  und  $J_2$  in den parallelen Leitungen verschiedene Größe und verschiedene Phase haben. Ist nämlich beispielsweise die Belastung der Sammelschiene 6 zu beiden Seiten des Heiztransformators 7 sehr verschieden, so kann zwischen den Leitungen 1 und 2 infolge der Drosselwirkung des Heiztransformators kein genügend großer Ausgleichstrom zwischen den beiden Leitungen fließen, so daß die eine Leitung mehr Arbeitsstrom führt als die andere.

Das Stromdiagramm der Abb. 4 veranschaulicht diesen unsymmetrischen Betriebszustand. Die beiden Arbeitsströme sind durch die Vektoren  $J_1$  und  $J_2$  mit den Punkten  $O$  und  $O'$  und  $A$  dargestellt. Die geometrischen Orte für die resultierenden Stromvektoren  $J_{r1}$  und  $J_{r2}$  in den beiden Leitungen sind die Kreise mit dem Radius des zusätzlichen Heizstromes  $i$  um die Punkte  $O$  und  $O'$ . Die Endpunkte  $B$  und  $C$  dieser resultierenden

Stromvektoren ergeben sich dann aus der Bedingung, daß die beiden Vektoren  $i$  einen Winkel von  $180^\circ$  einschließen müssen, und daß die resultierenden Ströme  $J_{r1}$  und  $J_{r2}$  die gleiche Größe haben sollen. Bezeichnet man den Winkel, den der Heizstromvektor mit den Wattkomponenten der Arbeitsströme einschließt, mit  $\varphi$ , so läßt sich zeigen, daß die erforderliche Phasenlage des Heizstromes  $i$  gegeben ist durch die Beziehung

$$\sin \varphi = \frac{1 - D^2}{1 + D^2},$$

wobei  $D$  ein von der Lage und Größe der Stromvektoren  $J_1$  und  $J_2$  abhängiger Ausdruck ist. Aus dieser Gleichung geht hervor, daß es zwei Winkel  $\varphi$  und  $\varphi'$  gibt, die der Bedingung  $J_{r1} = J_{r2}$  bzw.  $J_{r1}^1 = J_{r2}^1$  genügen müssen. Die Vektorenpaare  $J_{r1}$ ,  $J_{r2}$  und  $J_{r1}^1$ ,  $J_{r2}^1$  haben hierbei verschiedene Größe.

Die Erfindung erstreckt sich nicht nur auf Doppelleitungen für jede Phase, sondern auch auf solche Anlagen, bei denen jede Phase aus mehr als zwei Einzelleitungen besteht.

#### PATENT-ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur elektrischen Heizung von Freileitungen und deren stromdurchflossenen Hilfseinrichtungen zur Verhinderung bzw. Beseitigung von Schnee, Raureif- oder Eisbildung nach Patent 431481, dadurch gekennzeichnet, daß die Phase des Heizstromes derart eingestellt wird, daß die geometrischen Summen aus Arbeits- und Heizstrom in den parallel geschalteten Leitungen gleich oder annähernd gleich groß sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung von Drehtransformatoren als Stromquelle für den Heizstrom.

3. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch die Verwendung von festen Transformatoren als Heizstromquelle, deren Sekundärstrom gegen die mittlere Phasenlage der Arbeitsströme eine solche Phasenlage hat, daß die geometrischen Stromsummen in den parallel geschalteten Leitungen gleich oder annähernd gleich groß sind.

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Transformatoren zwischen den Leitungen gleicher Phase an einem oder an beiden Enden der Leitung in der Sammelschiene der Zentrale oder der Verteilerstation liegen.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen.

BERLIN. GEDRUCKT IN DER REICHSDRUCKEREI.

BEST AVAILABLE COPY

Abb. 1.

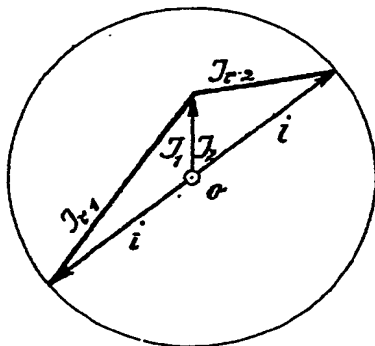


Abb. 2.

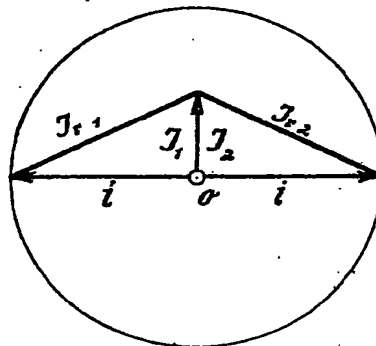


Abb. 3.

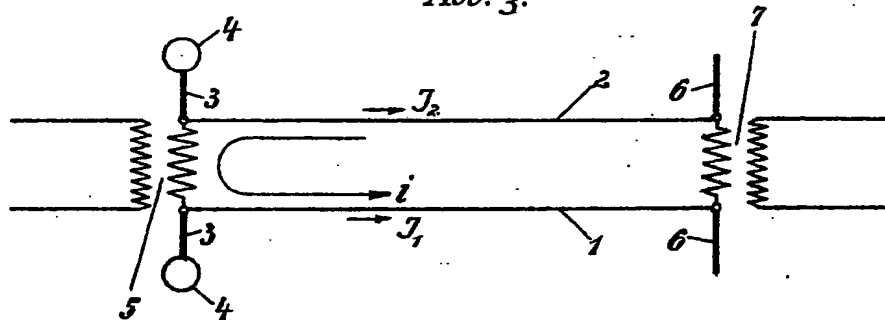
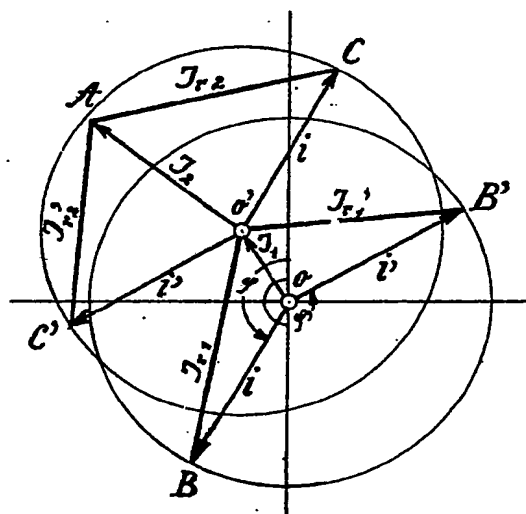


Abb. 4.



BEST AVAILABLE COPY